

TAIANE PESTANA ARAGÃO

**ECOTOXICOLOGIA AQUÁTICA DE RESÍDUOS
PROVENIENTES DA BOVINOCULTURA: UMA REVISÃO**

Brasília,
Outubro - 2012.

ECOTOXICOLOGIA AQUÁTICA DE RESÍDUOS PROVENIENTES DA BOVINOCULTURA: UMA REVISÃO

Ecotoxicologia aquática de resíduos provenientes da bovinocultura

Taiane Pestana Aragão¹, Eduardo Cyrino Oliveira-Filho²

RESUMO

A Ecotoxicologia é uma ciência nova que surgiu na década de 60 e estuda os efeitos adversos das substâncias químicas sobre os ecossistemas e seus componentes. Os testes ecotoxicológicos são usados para avaliar a toxicidade das substâncias para inúmeras espécies, incluindo as aquáticas. O método baseou-se no levantamento de artigos existentes na literatura sobre os efeitos dos resíduos da bovinocultura sobre os organismos aquáticos. Os principais poluentes oriundos da criação de animais são consequências do escoamento e da lavagem dos dejetos produzidos e que muitas vezes atingem os corpos hídricos, entre eles o nitrogênio, o fósforo e seus derivados, além das drogas veterinárias usadas no tratamento dos animais. Desse modo, o objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre a ecotoxicidade desses resíduos, apresentando dados que indiquem a quantidade necessária para causar efeitos adversos às espécies aquáticas.

Palavras-chave: toxicologia ambiental, íons, eutrofização, organismos aquáticos.

AQUATIC ECOTOXICOLOGY OF WASTE FROM CATTLE: A REVIEW

ABSTRACT

The Ecotoxicology is a new science emerged in the 60s and studying the adverse effects of chemicals on ecosystems and their components. The ecotoxicological tests are used to evaluate the toxicity of substances to many species, including aquatic. The method was based on the survey of articles in the literature on the effects of waste from cattle on aquatic organisms. The main pollutants from the livestock are consequences flowing and flushing of waste produced and often reach water bodies, including their derivatives and nitrogen, phosphorus and its derivatives, in addition to veterinary drugs used in the treatment of animals. In this way, the purpose of this paper is to review the literature on the ecotoxicity of the waste, presenting data that indicate the amount required to cause adverse effects to aquatic species

Key-Words: environmental toxicology, ions, eutrophication, aquatic organism.

-
1. Graduanda em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Brasília, Distrito Federal.
 2. Professor A3 do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Doutorado em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz (2003), Pesquisador A da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, - Embrapa Cerrados, BR 020 Planaltina, Distrito Federal.

1. INTRODUÇÃO

O avanço da pecuária brasileira possui um importante papel no progresso da economia e do desenvolvimento do país. O rebanho bovino do Brasil é estimado em cerca de 200 milhões de cabeças de gado ocupando pouco mais de 172 milhões de hectares, além disso, desde 2004, o país assumiu a liderança nas exportações, com um quinto da carne comercializada internacionalmente e vendas em mais de 180 países (BRASIL, 2012).

A bovinocultura de corte pode ser considerada uma atividade que prejudica o meio ambiente, pois contribui com a degradação através da grande geração de resíduos. O sistema de confinamento bovino gera resíduos sólidos e líquidos. Os resíduos sólidos, os esterco, representam aproximadamente 9% do peso de uma vaca de 600 kg, onde 60% fezes com teor de água em 85% são despejados diariamente no solo (MANSO; FERREIRA, 2007). Os resíduos líquidos – urina – contém amônia que destinada inadequadamente nos rios provoca contaminação e morte de organismos aquáticos. A poluição de rios e lagos ocasionada pela criação de gado de corte advêm da carga de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio do esterco e patógenos carregados para o leito dos rios pela lixiviação do solo. Quando dejetos orgânicos são lançados nos rios, estes servem de alimento para bactérias decompositoras que se apropriam de oxigênio dissolvido na água causando a morte de peixes (MANSO; FERREIRA, 2007).

Na criação intensiva de bovinos, fatores relacionados ao acúmulo de dejetos, geração de resíduos líquidos com altas concentrações de carga orgânica e a possibilidade da proliferação de moscas e mosquitos, pode causar poluição direta desse local, com consequências em toda área de influência indireta, prejudicando a qualidade ambiental e possibilitando a contaminação dos recursos hídricos. Como a criação de gado vem crescendo ao longo das últimas décadas, o correto tratamento dos resíduos sólidos e sua destinação se fazem necessários para reduzir o impacto sobre os recursos hídricos (MANSO; FERREIRA, 2007).

Segundo dados disponíveis na literatura, (MANSO; FERREIRA, 2007; SIMPLICIO *et al.*, 2011) os principais contaminantes oriundos da bovinocultura são provenientes dos dejetos produzidos pelos animais (urina e fezes) onde se encontram

inúmeros contaminantes químicos, incluindo nitrogênio e seus derivados, fósforo e seus derivados, potássio, além de algumas drogas veterinárias.

No trabalho de Simplício e colaboradores (2011) foram avaliados alguns parâmetros químicos e físicos da água de rios em regiões de bovinocultura próximas ao Distrito Federal. Nesse trabalho foi observado que o quantitativo de coliformes totais e termotolerantes eram maiores nos pontos de coleta onde havia passagem de gado na região. Além disso, os teores de nutrientes químicos na água, tais como Nitrato (NO_3^-), Nitrito (NO_2^-), Amônio (NH_4^+), Fosfato (PO_4^{3-}) também se apresentaram em quantidades alteradas nos períodos de coleta. O Nitrato foi encontrado em todos os pontos com valor mais significativo no mês de março/2011 por volta de 0,300 ppm. Mesmo com valores baixos, as formas de Nitrogênio encontradas no ambiente aquático indicam a presença de atividade pecuária na região a qual demonstra risco ambiental. Para Resende (2002) a contaminação por nitrato, em especial, diminui a qualidade da água e pode representar perigo ao gado, pois o nitrato consumido é convertido, pelas bactérias do trato digestivo de animais ruminantes, em nitrito que pode causar morte destes animais por envenenamento.

No país, com relação a poluição de corpos hídricos, a lei Nº 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998, (Leis de Crimes Ambientais), no capítulo V Artigo 33º determina pena de detenção de um a três anos, ou multa ou ambas cumulativamente a quem provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais, o perecimento de espécimes da fauna aquática existentes em rios, lagos, açudes, lagoas, baías ou águas jurisdicionais brasileiras. (BRASIL, 1998).

A toxicologia, ciência que aborda os efeitos nocivos de substâncias químicas em organismos engloba três áreas: a toxicologia clínica, forense e ambiental (COSTA *et al.*, 2008). O conhecimento sobre a toxicidade ambiental começou há mais de 35 anos com a publicação do livro Primavera Silenciosa de Rachel Carson e a partir da década de 90 se discutiu mais sobre o assunto (JORGENSEN; SORENSEN, 2000).

A ecotoxicologia é uma área especializada da toxicologia ambiental que enfoca seus estudos nos efeitos ocasionados por agentes químicos e físicos sobre a dinâmica de populações e comunidades integrantes de ecossistemas definidos. (RONCO *et al.*, 2004; KENDALL *et al.*, 2001). Segundo Ronco e colaboradores (2004), um dos objetivos da ecotoxicologia é o desenvolvimento de protocolos de testes de toxicidade que permitam

definir limiares de toxicidade permissíveis com níveis de incerteza aceitáveis e que sirvam de guia para as entidades reguladoras para a tomada de decisões. No trabalho de Costa e colaboradores (2008) refere-se a relação entre a concentração de uma substância química à qual é exposto um determinado organismo e o efeito nocivo que lhe é produzido, conhecida como relação dose-resposta, é um dos aspectos mais importantes da ecotoxicologia aquática. Qualquer efeito observado está relacionado com uma reação dose resposta, nível de exposição a uma substância, a incidência e a severidade do efeito (MONTFORTS *et al.*, 1999). Na teoria, conforme aumenta a dose aumenta a resposta (efeito). Na mortalidade (DL50 ou CL50) a resposta é a mortalidade de 50% da população exposta.

Ensaio ecotoxicológicos são usados na avaliação de toxicidades de agentes químicos no meio hídrico com organismos representativos na coluna d'água ou dos sedimentos de ambientes de água doce, estuarina ou marinha (ARAGÃO; ARAÚJO, 2006). Os organismos aquáticos usados em testes ecotoxicológicos são peixes, microcrustáceos, algas, caramujos entre outros, que dependendo do teste - agudo ou crônico, a mortalidade ou anomalia do organismo vai determinar o grau de toxicidade ao composto (KNIE; LOPES, 2004).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre a ecotoxicidade aquática dos principais contaminantes presentes na criação de animais, sobretudo da bovinocultura, a fim de levantar informações sobre os efeitos das concentrações letais em animais aquáticos incluindo o nitrogênio, o nitrato, o nitrito, amônia, fósforo, fosfato, e as drogas de uso veterinário que são carregados aos recursos hídricos.

2. METODOLOGIA

Este trabalho levantou cerca de vinte artigos desde 1971 até 2011. Foram utilizadas as bases de dados PUBMED e SCIELO, além de livros, teses e artigos em geral, necessários para o embasamento bibliográfico do tema. Alguns artigos mais antigos foram resgatados através de pedido de Comutação Bibliográfica por intermédio da biblioteca da Embrapa Cerrados.

Para a realização das buscas bibliográficas foram utilizadas as palavras-chave: toxicologia aquática, ecotoxicologia, eutrofização, nutrientes nitrogênio, nitrito, nitrato, amônia, fósforo, fosfato, drogas veterinárias, resíduos da bovinocultura e organismos aquáticos, além da língua portuguesa, estas palavras foram buscadas no idioma inglês.

3. DESENVOLVIMENTO

Os resíduos produzidos pela bovinocultura podem afetar tanto a qualidade de águas superficiais quanto as profundas impedindo entrada de luz e oxigênio podendo causar morte por asfixia de peixes devido a proliferação de algas (CETESB, 2001).

Os principais resíduos provenientes da atividade da bovinocultura são o nitrogênio e seus derivados, fósforo e fosfatos, além de drogas veterinárias que se não houver uma preocupação ambiental por parte dos criadores, estas drogas podem atingir e alterar o ecossistema aquático.

Os resíduos químicos com capacidade tóxica abordados neste trabalho são encontrados principalmente pelas excretas dos bovinos, e tem potencial para atingir os corpos hídricos, entre eles o nitrogênio, o nitrato, o nitrito, amônia, fosfato, e as drogas veterinárias.

3.1 Toxicidade dos compostos de nitrogênio

O nitrogênio é o elemento mais abundante na forma de molécula na atmosfera, só depois de se tornar N_2 que pode ser convertido nos formatos amônia e nitrato disponível para o crescimento das plantas e microrganismos (DRISCOLL *et al.*, 2003).

Em águas naturais e residuais as formas de nitrogênio de maior interesse são, em ordem decrescente de estado de oxidação: nitrato, nitrito, amônia e nitrogênio orgânico. Todas essas formas de nitrogênio, assim como o gás nitrogênio (N_2), são bioquimicamente interconvertidas e são segundo Associação Americana de Saúde Pública (APHA, 1998) componentes do ciclo do nitrogênio. Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos e são caracterizados como macronutrientes, pois, depois do carbono,

o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas. Quando descarregados nas águas naturais, conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o mais fértil e possibilita o crescimento dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, o que é chamado de eutrofização (CETESB, 2001).

O efeito negativo da composição do nitrogênio em anfíbios já tem sido demonstrado pelos trabalhos de alguns autores mencionados neste, que quando não acarretava a morte apresentavam redução na alimentação, perda de peso, baixas atividades, anomalias abdominais (OROMI; SANUY; VILCHES, 2009). Ocorrências com acidificação em rios devido a alta concentração de nitrogênio a longo e curto prazos causa lesões, problemas na reprodução e migrações de peixes como foi mencionado pelo trabalho de Driscoll e colaboradores (2003). Outro trabalho cita que concentrações altas de nitrogênio em áreas urbanas e rurais se igualam e, outro problema se deve a contaminação do solo, pois se há contaminação do solo terá contaminação de águas subterrâneas (WAKIDA; LERNER 2005).

A poluição por nitrogênio de origem agrícola é considerado um grande problema em muitas regiões do mundo. Fertilizantes nitrogenados são importantes poluidores dos ecossistemas aquáticos, sendo que os organismos são os principais alvos para esse tipo de alteração no ambiente. Eles exibem diferentes graus de alterações no padrão de comportamento quando o seu habitat está poluído. (SANGEETHA *et al.*, 2011).

A maioria dos estudos sobre os efeitos dos compostos nitrogenados é focado na saúde humana, porém nos últimos anos, vem crescendo o numero de trabalhos que têm investigado os efeitos tóxicos sobre organismos e ecossistemas aquáticos.

Apesar de toda a consciência mundial ecológica, não se tem estudos que forneçam avaliação global com detalhes dos efeitos ecológicos e toxicológicos gerados pela poluição inorgânica do nitrogênio em ecossistemas aquáticos (CAMARGO; ALONSO, 2006).

3.1.1 Toxicidade do nitrato

A origem do nitrato provavelmente pode ser o resultado da eutrofização demonstrando que suas concentrações estão abaixo do que poderia ser tóxico aos vertebrados e invertebrados de água doce (CAMARGO; ALONSO, 2006).

O nitrato geralmente ocorre em quantidades limitadas em águas superficiais, mas pode atingir níveis elevados em algumas águas subterrâneas. O nitrato é encontrado em esgotos domésticos somente em pequenas quantidades, porém em efluentes de estações de tratamento biológico nitrificante, pode ser encontrado em concentrações acima de 30 mg de nitrato como nitrogênio/L (APHA, 1998).

Segundo trabalho de Soucek e Dickinson (2011), as atividades humanas em larga escala têm causado mudanças no ciclo do nitrogênio com a produção de energia e comida. As fontes pontuais e não pontuais de poluição já citadas por Alonso e Camargo (2006) são provenientes da lixiviação do solo, tratamento de esgoto que descarrega nos rios sedimentos que os poluem. A maioria das fontes de contaminação por nitrato na água provém da aplicação de fertilizantes nitrogenados e seu subsequente escoamento para água superficial e percolação para água subterrânea (HECNAR, 1995). Nos ambientes aquáticos, as formas iônicas (reativas) mais comuns de nitrogênio inorgânico são o amônio (NH_4^+), o nitrito (NO_2^-) e o nitrato (NO_3^+). O íon amônio tende a ser oxidado a nitrato em um processo de duas etapas. Diante disso, as concentrações de nitrato em água são usualmente maiores que as de amônio e nitrito. A principal ação tóxica sobre organismos aquáticos é devido a conversão dos pigmentos transportadores de oxigênio (hemoglobina, hemocianina), para formas que são incapazes de transportar oxigênio (metahemoglobina). Porém, devido à baixa permeabilidade branquial ao nitrato, a ingestão de nitrato em organismos aquáticos parece ser mais limitada que a ingestão de amônio e nitrito, contribuindo para a baixa toxicidade do nitrato (CAMARGO *et al.*, 2005).

Rouse e colaboradores (1999) realizaram um teste curto em que a concentração letal 50 de nitrato (96h) durante 100 dias em teste crônico foi determinante para três espécies de sapo na concentração abaixo de 3 mg/L , na fase de girino; sapo coro do ocidente (*Pseudacris triseriata*), sapo leopardo do norte (*Rana ripens*) e sapo verde (*Rana clamitans*). O mais sensível ao nitrato foi o *Pseudacris triseriata*. Foi observada baixa

mobilidade, redução de apetite consequentemente redução de peso e alta mortalidade entre os indivíduos.

Muir e colaboradores (1991), observaram que as espécies jovens de invertebrados marinhos são sensíveis aos efeitos do nitrato, em concentrações de 1,0 mg/L, sendo o menor grau de toxicidade registrado em camarão *Penaeus monodon*.

No experimento de Oromí e colaboradores (2009), a alta toxicidade de nitrato em águas correntes causa mortes e redução na quantidade de anfíbios na fase larval. Nenhuma má formação e mudanças foram observadas até a primeira semana do experimento, porém, após o 15º dia, metade dos ovos tinham se perdido na concentração de 100mg/L de nitrato.

3.1.2 Toxicidade de nitrito

O Nitrito (NO_2^-) está presente como componente natural no ciclo do nitrogênio nos ecossistemas aquáticos. É o produto intermediário do processo de nitrificação por bactérias e no processo de desnitrificação também por bactérias no ciclo do N_2 e é a forma mais tóxica ao meio ambiente. Caso haja um impedimento nesse processo, resíduos de nitrito permanecem no ambiente (COSTA *et al.*, 2008a). As concentrações de nitrito nos recursos hídricos crescem em consequência da ação humana ao despejar efluentes industriais e esgotos domésticos, na produção de metais (ALONSO; CAMARGO, 2006).

Em testes toxicológicos, em concentrações de 73mg/L causam-se poluições em águas doces (RUSSO, 1985) além de ser tóxico para animais aquáticos (PHILIPS *et al.*, 2002). O Nitrito possui afinidade ao mecanismo de absorção de Cl^- pelas brânquias. O nitrito se acumula nas brânquias, oxida o ferro das moléculas de hemoglobina em metemoglobina (não transporta oxigênio), acarretando na obstrução da corrente sanguínea provocando anoxia e morte (CAMARGO *et al.*, 2005).

Estudo de Marco e colaboradores (1999) avaliou a sensibilidade de anfíbios a nitrito e foi percebido nas cinco espécies *Rana pretiosa*, *Rana aurora*, *Bufo boreas*, *Hyla regilla*, *Ambystoma gracile* do estudo no estágio larval. Foram altamente sensíveis ao componente demonstrando taxas de anomalias, edemas, desequilíbrio, paralisia, baixo peso e eventuais mortes. Os efeitos aumentavam de acordo com o aumento da concentração e

tempo de exposição. Testes demonstram que os anfíbios são sensíveis com concentração letal 50 (CL50) em 10 mg N-NO₃⁻/L.

3.1.3 Toxicidade de Amônia

A amônia entra em um sistema aquático por excreção, decomposição e mineralização de produtos metabólicos de animais cultivados e da alimentação não consumida e, quando convertida em nitrato pelo processo de nitrificação o produto intermediário é o nitrito (COSTA *et al.*, 2008 a).

Amônia tende a ser oxidado a nitrato no processo de nitrificação (NH₄⁺ - NO₂⁻ - NO₃) pelas bactérias autótrofas quimicamente (*Nitrosomonas* e *Nitrobacter*) mesmo se os níveis de oxigênio dissolvidos declinem em valores baixos de 1,0 mg O₂ / L. No trabalho de Camargo e Alonso (2006), íons de amônia podem ser tóxicos a essas bactérias inibindo o processo de nitrificação. Segundo Thurston e colaboradores (1978), se a conversão para nitrato for impedida, concentrações significantes de nitrito se acumulam no ambiente. Em consequência disso os níveis de nitrato tendem a serem maiores em água doce que em águas marinhas, comparados a nitrito e amônia.

A amônia foi introduzida constantemente na forma de carbonato de amônia, e os microcosmos (microrganismos) foram convertidos para mistura de produtos do amônio/amônia, nitrito e nitrato. As concentrações de nitrato e nitrito variam de acordo com o pH e temperaturas adequadas. Quando a concentração de nitrito é alta, o pH também é alto, porém a concentração do nitrato decresce (CAMARGO; ALONSO, 2006). Testes de toxicidade com a mistura de amônio/amônia e nitrito/ nitrato foram feitos para avaliar como as comunidades aquáticas reagem com essas misturas em diferentes níveis de concentração. Os efeitos letais e não letais dessas misturas (amônio/amônia) foram investigadas em representações típicas de comunidades de invertebrados maiores habitando em pequenos córregos. O resultado foi que entre as espécies *Gammarus pulex*, *Radix ovata* e *Limnephilus lunatus*, a sensibilidade do caracol *G. pulex* para nitrito e amônio/amônia foi dez vezes maior que nas outras espécies com 3 mg/ L⁻¹ para amônio total (onde 0,015 mg/ L⁻¹ para amônia e 0,20 mg/ L⁻¹ de nitrito), uma queda de 98% se comparado ao grupo controle (BERENZEN *et al.*, 2001). Segundo estes mesmos autores,

a mensuração se faz necessária, pois, a contaminação por amônio em corpos hídricos só tem resultados em concentrações de nitrito e amônia altas.

3.2 Toxicidade do Fósforo

Segundo a Associação Americana de Saúde Pública (APHA, 1998), o Fósforo (P) ocorre em águas naturais e residuais quase somente na forma de fosfatos. Eles são classificados em ortofosfatos, fosfatos orgânicos e fosfatos condensados (pirometafosfatos e outros polifosfatos). A terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque os fosfatos condensados sofrem hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais. Os ortofosfatos representados pelos radicais PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas. A descarga de fosfatos provenientes de esgoto bruto ou tratado, drenagem agrícola, ou de determinados resíduos industriais podem estimular o crescimento de micro e macro organismos aquáticos fotossintéticos em grandes quantidades, desencadeando processos de eutrofização (CETESB, 2001).

Trabalho de Fest e Schmidt (1973) afirma que os fosfatos são neurotóxicos para aves e mamíferos e tem causado envenenamento em caso de ingestão por acidente. Na época não tinham muitos estudos sobre a toxicidade de fosfato em animais aquáticos. Porém em salmão, quando expostos a longo período na mistura éster de fosfato resulta na redução de apetite, descoloração de escamas e posteriormente a morte (JOHNSON; NEVINS, 1973). Ainda estes autores sugeriram estudos sobre as toxicidades crônicas em peixes e na persistência deste elemento em ambientes aquáticos.

Em um experimento com peixes da espécie *Cod* spp, a contaminação por fósforo amarelo foi avaliada em níveis de 5 mg/-L durante uma hora, e estes peixes não foram alimentados duas semanas antes do experimento. Ao final do experimento, todos os peixes foram eliminados e a concentração de fósforo nos tecidos deles foi avaliada pela cromatografia. O resultado concluiu que caso estes peixes fossem consumidos por outros, haveria morte destes (FLETCHER, 1973). Trabalho anterior de deste mesmo autor constatou que para conferir se o nutriente fósforo era tóxico para peixes e invertebrados,

presente nas águas doces, seria necessário fazer testes para diagnosticar acúmulo em seus tecidos.

3.3. Drogas veterinárias e humanas

A preocupação aos danos causados pela ação dos antibióticos, de uso humano e veterinário, ao meio ambiente é recente e é objeto de investigação da toxicologia ambiental. Hirsch e colaboradores (1999) mostraram que entre 18 classes de antibióticos, alguns são encontrados em grande escala nos sistemas de tratamento de esgoto, o que foi constatado com o uso de redutores de gorduras, de lipídeos, bloqueador-beta e anti-inflamatórios humanos que ultrapassaram 5 mg por litro.

Estudo de Orlando e colaboradores (2004) buscou documentar o descontrole endócrino em peixes expostos aos efluentes de esgotos. Remédios para controle hormonal, além de outras mais comuns para tratamentos cardíacos, estresse, inflamações, antibióticos e controle de natalidade foram encontrados em rede de esgoto ou em redes de águas abertas. Ainda sobre o trabalho dos autores acima, após testes pode-se observar que não foi encontrado estrogênio nos peixes do teste.

O Brasil possui vastas áreas com ambientes aquáticos e isso dá suporte a aquicultura, ramo da zootecnia onde permite criação de organismos aquáticos, crie cultivos em grandes escalas de piscicultura. Nos sistemas de confinamento de peixes, a água usada é capturada dos corpos hídricos, e quando precisa ser descartada é devolvida os rios com resíduos do confinamento. O trabalho de Maximiano e colaboradores (2005) alerta que adição de qualquer componente químico intencional ou não no ambiente gera impactos, seja adicionando nutrientes para enriquecer o meio aquático, ou no controle de vetores em tanques de criação de peixes. Os reagentes usados nos tanques para controle de parasitas e patógenos são cloreto de sódio, permanganato de potássio, azul de metileno, formaldeído, verde malaquita, sulfato de cobre, triclorfon, além de antibióticos como tetraciclina, eritromicina e oxitetraciclina. A falta de conhecimento sobre a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos também gera dificuldades no planejamento de políticas de conservação e conscientização da natureza.

Montforts e colaboradores (1999) em seu trabalho afirmam que identificando a rota da emissão e distribuição dos nutrientes, metabólitos no meio ambiente é um estágio no processo na denúncia aos poluidores que responderiam a um processo ambiental.

Os produtos de uso veterinário registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) utilizado no tratamento da piscicultura não possuem avaliação dos setores da saúde e do meio ambiente, o que torna relevante os riscos ao ambiente e à saúde (MAXIMIANO *et al.*, 2005). Estes autores apontaram para a necessidade de políticas mais presentes no monitoramento e conservação da água, além de desenvolver estudos sobre a presença de drogas veterinárias em recursos hídricos e seus efeitos na biota aquática e na saúde humana.

4. Considerações finais

Os resultados levantados na literatura estudada mostraram que os nutrientes exercem efeito tóxico sobre os corpos hídricos principalmente na biota. Os dados de Concentração Letal (CL 50) levantados mostraram que há toxicidade das substâncias em diferentes concentrações para organismos aquáticos, o que pode representar também um risco à saúde humana.

O problema em torno dos resíduos provenientes da agricultura, criação de gado ou nas cidades, está entre outros problemas, na estação de tratamento de esgoto que mesmo após muita discussão sobre os despejos corretos, ainda permite que resíduos cheguem ao meio ambiente.

Além dos conhecidos efeitos de eutrofização causados por esses nutrientes, esse trabalho também possibilitou verificar que eles apresentam toxicidade às espécies aquáticas. A finalização deste trabalho gerou um maior conhecimento sobre a ecotoxicologia de nutrientes derivados da bovinocultura e seus efeitos sobre as espécies aquáticas, tendo como vantagem poder acumular tantos artigos, com autores gabaritados do referente assunto, a fim de conseguir mostrar os diferentes graus de toxicidade em diferentes organismos vivos. Espera-se que, com este trabalho seja possível dar auxílio aos próximos que busquem aprofundar o assunto.

Referências:

ALONSO, A., CAMARGO, J. A. Toxicity of Nitrite to Three Species of Freshwater Invertebrates. **Environmental Toxicology**. v.21, p.90-94, 2006.

APHA (American Public Health Association) (1998). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington, DC.

ARAGÃO, M. A.; ARAÚJO, R. P. A. Métodos de ensaios de toxicidade com organismos aquáticos. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática – princípios e aplicações**. Brasil, São Paulo, SP: Rima, 2006. p. 117-152.

BERENZEN, N., SCHULZ, R., LIESS M.; Effects of chronic ammonium and nitrite contamination on the macro-invertebrate community in running water microcosms. **Water Research**, v.35, n.14, p.3478-3482, 2001.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **"Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo"** - CETESB; São Paulo, 2001. Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Ministério da Agricultura: **Bovinos e Bubalinos**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 1998.

CAMARGO, J. A., ALONSO, A.; SALAMANCA, A. Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates. **Chemosphere**, v.58, p. 1255-1267, 2005.

CAMARGO, J. A., ALONSO, A. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. **Environment International** v.32, n.6, p. 831-849, 2006.

COSTA, C. R.; OLIVI, P.; BOTTA C. M. R.; ESPINDOLA, E. L. G. A Toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, São Paulo v. 31, n.7, p.1820-1830, 2008a.

COSTA, W. M.; GÁLVEZ, A. O.; BRITO, L. O.; SANTOS, E. L. Produção de ortofosfato, amônia, nitrato no cultivo de *Litopenaeus vannamei* utilizando dietas de diferentes níveis de proteína vegetal e animal. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.34, n.2 p. 303-310. 2008b.

DRISCOLL, C. T.; WHITALL, D., ABER, J., BOYER, E.; CASTRO, M. ; CRONAN, C.; GOODALE, C. L.; GROFFMAN, P.; HOPKINSON, C.; LAMBERT, K.; LAWRENCE, G.; OLLINGER, S. Nitrogen Pollution in the northeastern United States: sources, effects and management options. **American Institute of Biological Sciences**. v.53, n. 4, p. 357-374, 2003.

FEST, C.; SCHMIDT, K. J. **The chemistry of organophosphorus pesticides**. Springer-Verlag. New York, 1973.

FLETCHER, G. L., The acute toxicity of a yellow phosphorus contaminated diet to brook trout (*Salvelinus fontinalis*). **Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology**. New York, v.10, n.2, p 123- 128, 1973.

HECNAR, S. J. Acute and chronic toxicity of ammonium nitrate fertilizer to amphibians from Southern Ontario. **Environmental Toxicology and Chemistry**, USA, v 14, n.12, p.2131-2137, 1995.

HIRSCH, R; TERNES, T; HABERER, K; KRATZ, K-L. Occurrence of antibiotics in the aquatic environment. **The Science of the Total Environment**, v 225, n.1-2, p 109-118, 1999.

JORGENSEN, S.; E, SORENSEN, B. H; Drugs in the environment. **Chemosphere** v. 40, n.7, p. 691-699, 2000.

KENDALL, R. J.; ANDERSON, T. A.; BAKER, R. J.; BENS, C. M.; CARR, J. A.; CHIODO, L. A.; COB III, G. P.; DICKERSON, R. L.; DIXON, K. R.; FRAME, L. T.; HOOPER, M. J.; MARTIN, C. F.; MCMURRY, S. T.; PATINO, R.; SMITH, E. E.; THEODORAKIS, W. Aquatic and terrestrial ecotoxicology. In: KLASSEN, C. D.; AMDUR, M. O.; DOULL, J. **Casarett and Doull's Toxicology – The Basic Science of Poisons**. 5ª ed., MacGraw-Hill: New York, 1996, p. 883-905.

KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. **Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações** – Florianópolis: FATMA / GTZ, 2004, 289p.

MANSO, K. R. J; FERREIRA, O. M.; **Confinamento de bovinos: estudo do gerenciamento dos resíduos**. Universidade Católica de Goiás. Departamento de Engenharia. Goiânia. 19 p. 2007.

< Disponível em <http://www.iepec.com/noticia/gerenciamento-de-residuos-em-confinamento-de-bovinos> >. Acesso em 23 de setembro de 2011.

MARCO, A.; QUILCHANO, C.; BLAUSTEIN, A. R.; Sensitivity to nitrate and nitrite in pond-breeding amphibians from the pacific northwest, USA. **Environment Toxicology and chemistry**. v 18, n. 12, p 2836-2839, 1999.

MAXIMIANO, A. A.; FERNANDES, R. O.; NUNES, F. P.; ASSIS, M. P.; MATOS, R. V.; BARBOSA, C. G. S.; OLIVEIRA-FILHO, E. C.; Utilização de drogas veterinárias, agrotóxicos e afins em ambientes hídricos: demandas, regulamentação e considerações

sobre riscos à saúde humana e ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.10, n 2, p. 483-491. 2005.

MONTFORTS, M. H. M. M.; KALF, D. F.; VAN VLAARDINGEN, P. L. A.; LINDERS, J. B. H. J. The exposure assessment for veterinary medicinal products. **The Science of the total Environment** v.225, p.119-133, 1999.

MUIR, P. R.; SUTTON, D. C.; OWENS, L. Nitrate toxicity to *Penaeus monodon* protozoa. **Marine Biology**, v. 108, n. 1, p. 67-71, Feb. 1991.

NEVINS, M. J.; JOHNSON W. W. Acute toxicity of Phosphate ester mixtures to invertebrates and fish. **Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology**, v. 19, n. 1, p. 250-256, 1973.

ORLANDO, E. F.; KOLOK, A. S.; BINZCIK G. A.; GATES, J. L.; HORTON, M. K.; LAMBRIGHT, C. S.; EARL GRAY Jr., L.; SOTO, A. M.; GUILLETTE Jr., L. J.; Endocrine disrupting effects of cattle feedlot effluent on an aquatic sentinel species, the fathead minnow. **Environmental Health Perspectives**. v. 112, n. 3, p. 353-358, 2004.

OROMÍ, N.; SANUY, D.; VILCHES, M. Effects of Nitrate and Ammonium on Larvae of *Rana temporaria* from the Pyrenees. **Bulletin of Environmental Contamination Toxicology**, v. 82, p. 534-537, 2009.

PHILIPS, S.; LAANBROEK, H. J.; VERSTRAETE, W., Origin, causes and effects of increased nitrite concentrations in aquatic environments. **Reviews in Environmental Science and Biotechnology**, v.1, p.115-141, 2006.

RESENDE, A. V. (2002) **Agricultura e qualidade da água: Contaminação da água por nitrato**. Embrapa Cerrados, Planaltina. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br>. Acesso em: 16 nov. 2012.

RONCO, A.; BÁEZ, M. C. D.; GRANADOS, Y. P. Em **Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas - Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones**; Morales, G. C., ed.; Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo: Ottawa, 2004, cap. 1.

ROUSE, J. D., BISHOP, C. A., STRUGER J. Nitrogen Pollution: An Assessment of Its Threat to Amphibian Survival. **Environmental Health Perspectives**, v. 107, n.10, p.799-803, Oct., 1999.

RUSSO, R. C. Ammonia, nitrite and nitrate. In: RAND, G. M, Petrocelli, S.R, editors. **Fundamentals of Aquatic Toxicology**, Washington DC: p.455-471, 1985.

SANGHEETA, S.; SUJATHA, K.; SENTHILKUMAAR, P.; KALYANARAMAN, V.; ESWARI, S. Acute toxicity of some agriculture fertilizers to fingerlings of *Catla catla*. **Indian Journal of Science and Technology**, v 4, n. 7, p.770-772, Jul, 2011.

SIMPLICIO, N. C. S.; MUNIZ, D. H. F.; SOUSA, S. R.; ARAGÃO, T. P.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. **Avaliação da qualidade da água superficial em áreas de bovinocultura no cerrado**. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 17p. Maceió-AL, Novembro, 2011, CDROM.

SOUCEK, D. J.; DICKINSON, A. Acute toxicity of nitrate and nitrite to sensitive freshwater insects, mollusks, and a crustacean. **Archives of environmental contamination and toxicology**, v 62, n. 2, p.233-242, 2012.

THURSTON, R. V., RUSSO, R., SMITH C. E. Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat Trout fry. **Transaction of the American Fisheries Society**. v.107, n 2, p. 361-368, 1978.

WAKIDA, F. T.; LERNER, D. N. Non-agricultural sources of groundwater nitrate: a review and case study. **Water Research** v. 39, n. 1, p. 3-16, 2005.